

1/5/5 (Item 5 from file: 351)  
DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

10/1539290

JC17 Rec'd PCT/PTO 16 JUN 2005

013162582 \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 2000-334455/ 200029  
XRPX Acc No: N00-252146

Tertiary dispersion compensation device in optical fiber transmitter has multilayered dielectric films which are bonded on respective surfaces of spacer layer of each resonator type filter

Patent Assignee: KIKUCHI K (KIKU-I); OYO KODEN KENKYUSHITSU KK (OYOK-N); TAKUSHIMA Y (TAKU-I)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 2000105313	A	20000411	JP 98277473	A	1998093	200029 B

Priority Applications (No Type Date): JP 98277473 A 19980930

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 2000105313	A	6		G02B-005/28	

Abstract (Basic): JP 2000105313 A

NOVELTY - The resonator type filters (10a-10c) are arranged linearly with predefined space inbetween each filter, has spacer layer (12). The multilayered dielectric films (14,16) are bonded on respective surfaces (12a,12b) of the spacer layer.

USE - For compensating tertiary dispersion for use during transmission of short light pulse through optical fiber in optical fiber transmitter.

ADVANTAGE - Amount of compensation can be changed based on number of resonator type filters and simplifies designing of compensation device.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure depicts the diagram of dispersion compensation device.

Resonator type filters (10a-10c)

Spacer layer (12)

Surfaces (12a,12b)

Multilayered dielectric films (14,16)

pp; 6 DwgNo 1/7

Title Terms: TERTIARY; DISPERSE; COMPENSATE; DEVICE; OPTICAL; TRANSMIT; MULTILAYER; DIELECTRIC; FILM; BOND; RESPECTIVE; SURFACE; SPACE; LAYER; RESONANCE; TYPE; FILTER

Derwent Class: P81; V07

International Patent Class (Main): G02B-005/28

File Segment: EPI; EngPI

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-105313

(43)Date of publication of application : 11.04.2000

(51)Int.CI.

G02B 5/28

(21)Application number : 10-277473

(71)Applicant : KIKUCHI KAZURO

TAKUSHIMA YUICHI

OYO KODEN KENKYUSHITSU:KK

(22)Date of filing : 30.09.1998

(72)Inventor : KIKUCHI KAZURO

TAKUSHIMA YUICHI

MARK KENNETH ZHABORONSKI

TANAKA YUICHI

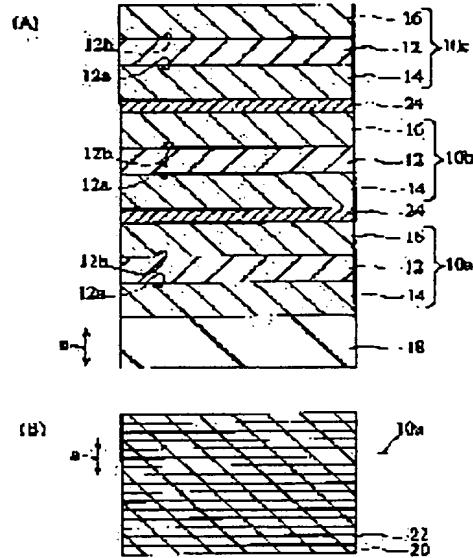
AZUMA SHIN

## (54) DISPERSION COMPENSATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To embody constitution which allows relatively easy designing and is relatively easy in the regulation of a compensation quantity.

**SOLUTION:** The dispersion compensator is constituted by linearly arraying three pieces of resonator filters 10a, 10b and 10c at prescribed intervals. These resonator filters 10a to 10c are laminated in this order on a glass substrate 18. The respective resonator filters 10a to 10c are coupled to each other in the state that Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> layers 24 are respectively interposed therebetween. The resonator filters 10a to 10c respectively have spacer layers 12 having first surfaces 12a and second surfaces 12b facing each other in parallel, first multilayered dielectric films 14 coupled to the first surfaces 12a and second multilayered dielectric films 16 coupled to the second surfaces 12b. The first multilayered dielectric films 14 and the second multilayered dielectric films 16 are formed by alternately laminating layers 20 of high-refractive index material and layers 22 of low-refractive index materials along an array direction.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-105313 V

(P2000-105313A)

(43)公開日 平成12年4月11日(2000.4.11)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 5/28

識別記号

F I  
G 0 2 B 5/28

テマコード(参考)  
2 H 0 4 8

審査請求 未請求 請求項の数6 O.L (全6頁)

(21)出願番号 特願平10-277473  
(22)出願日 平成10年9月30日(1998.9.30)

(71)出願人 597173831  
菊池 和朗  
神奈川県横浜市港北区新吉田町1139-1  
フォルム網島クレスタワーズ1304  
(71)出願人 598133621  
多久島 裕一  
埼玉県川口市芝富士2丁目18番18号 セイ  
ケイハイツ202号  
(71)出願人 391023312  
株式会社応用光電研究室  
埼玉県戸田市新曽南3丁目1番23号  
(74)代理人 100085419  
弁理士 大垣 孝

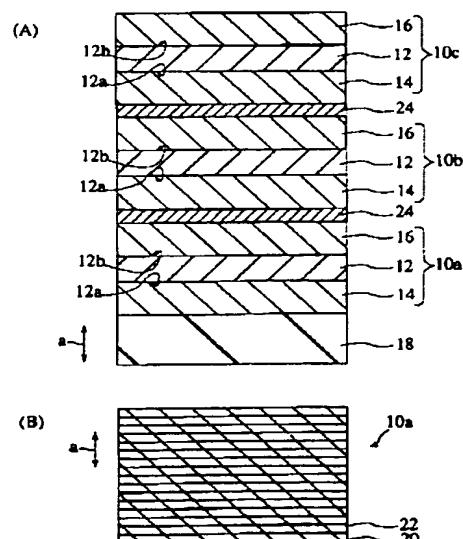
最終頁に続ぐ

(54)【発明の名称】 分散補償器

(57)【要約】

【課題】 比較的容易に設計が可能であり、補償量の調整が比較的容易な構成を実現する。

【解決手段】 分散補償器は、3個の共振器型フィルタ10a、10bおよび10cが所定の間隔をもって直線的に配列してなる。これら共振器型フィルタは、ガラス基板18の上に、この順序で積層している。各共振器型フィルタの間は、それぞれTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層24を介した状態で結合されている。共振器型フィルタの各々は、実質的に互いに平行に対向する第1の表面12aおよび第2の表面12bを有したスペーサ層12と、第1の表面に結合した第1の誘電体多層膜14と、第2の表面に結合した第2の誘電体多層膜16とを具えている。第1の誘電体多層膜および第2の誘電体多層膜の各々は、高屈折率材料の層20と低屈折率材料の層22とが配列方向に沿って交互に積層したものである。



10a,10b,10c:共振器型フィルタ 12:スペーサ層  
12a:第1の表面 12b:第2の表面  
14:第1の誘電体多層膜 16:第2の誘電体多層膜  
18:ガラス基板 20,Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層 22:SiO<sub>2</sub>層

実施の形態の分散補償器の構成

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数個の共振器型フィルタが所定の間隔をもって直線的に配列しており、前記共振器型フィルタの各々は、実質的に互いに平行に対向する第1の表面および第2の表面を有したスペーサ層と、前記第1の表面に結合した第1の誘電体多層膜と、前記第2の表面に結合した第2の誘電体多層膜とを具えていることを特徴とする分散補償器。

【請求項2】請求項1に記載の分散補償器において、前記第1および第2の誘電体多層膜の各々は、高屈折率材料の層と低屈折率材料の層とが前記配列方向に沿って交互に積層したものであることを特徴とする分散補償器。

【請求項3】請求項2に記載の分散補償器において、前記高屈折率材料を  $Ta_2O_5$  とし、前記低屈折率材料を  $SiO_2$  とすることを特徴とする分散補償器。

【請求項4】請求項2に記載の分散補償器において、前記高屈折率材料の層および低屈折率材料の層をそれぞれ4分の1波長層とすることを特徴とする分散補償器。

【請求項5】請求項1に記載の分散補償器において、前記スペーサ層を2分の1波長層とすることを特徴とする分散補償器。

【請求項6】請求項1に記載の分散補償器において、前記所定の間隔を、中心透過波長の4分の1の光路長とすることを特徴とする分散補償器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光ファイバに短光パルスを伝送させたときに生じる3次分散（群速度分散の波長依存性）を補償するための分散補償器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ピコ秒～フェムト秒パルス光を伝送するためのファイバシステムにおいては、群速度の波長依存性、いわゆる3次分散を補償する（平坦にする）ことが重要である。

【0003】例えば、図4(A)のグラフには、一般的な光ファイバの群遅延特性（曲線a）が示されている。横軸に波長を取り、縦軸に群遅延量を取って示してある。曲線aで示すように、通常の光ファイバ、例えば1.  $3\mu m$ 零分散ファイバや分散シフトファイバなどの場合、3次分散は正となる。すなわち、曲線aは図中の下側に凸となる。従って、図4(A)に示す3次分散を補償するには、図4(B)に示すような群遅延特性（曲線b）を有した補償器を用いる必要がある。

【0004】図4(B)のグラフには、理想的な補償器の群遅延特性が示されている。横軸に波長を取り、縦軸に群遅延量を取って示してある。曲線bは上側に凸となり、従って負の3次分散特性を示す。

【0005】従来は、分散補償ファイバやG T (Gires-Tournois) 干渉計などを用いて、分散補償を行っていた。分散補償ファイバによれば、低損失であり、補償できる帯域が広く、補償量が大きく、しかも補償量をファイバの長さで調整できるという特徴がある。また、G T 干渉計は透過帯域内で比較的平坦な透過特性を示す。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した分散補償ファイバでは、群速度分散および3次分散の大

10 大きさが固定されているため、設計が非常に困難であり、2種類以上の補償ファイバを組み合わせることが必要である。また、群速度分散と3次分散との比を、補償対象と補償ファイバとで一致させる必要がある。さらに、上述のG T干渉計は、補償量が非常に小さいという欠点も有している。

【0007】従って、従来より、比較的容易に設計が可能であり、補償量の調整が比較的容易な分散補償器の出現が望まれていた。

## 【0008】

20 【課題を解決するための手段】そこで、この発明の分散補償器によれば、複数個の共振器型フィルタが所定の間隔をもって直線的に配列しており、共振器型フィルタの各々は、実質的に互いに平行に対向する第1の表面および第2の表面を有したスペーサ層と、第1の表面に結合した第1の誘電体多層膜と、第2の表面に結合した第2の誘電体多層膜とを具えていることを特徴とする。

【0009】このように、誘電体多層膜をえた共振器型のフィルタによれば、誘電体多層膜における多重反射により分散が生じるため、比較的急峻な遮断特性を有したフィルタを構成することができる。また、このフィルタは、透過帯域内では比較的平坦な透過特性を示す。

【0010】例えば、図5は、このフィルタの特性を示すグラフであり、横軸に波長を取り、縦軸に透過率を取って示してある。図5に示すように、立ち上がりおよび立ち下がりが急激に起こり、透過帯域内において平坦な透過特性を示す特性が、補償器として用いるに好適である。また、このフィルタは比較的大きな群遅延を示すため、大きな補償効果が期待できる。

【0011】そして、各共振器型フィルタを配列して多重共振器化することにより、補償量を大きくすることができる。

【0012】図6は、1個の共振器型フィルタの透過特性であり、図7は、3個の共振器型フィルタを用いて構成したフィルタの透過特性である。この例では、中心波長を  $1550 nm$  としている。図6および図7のグラフの横軸に波長を  $nm$  単位で取り、 $1540 nm$  から  $1560 nm$  の範囲を示してある。縦軸には、透過率を示してある。図示の通り、3重化することにより遮断特性が向上することが分かる。よって、3次分散の補償量が大きくなる。

【0013】従って、共振器型フィルタの個数に応じて補償量を変更することができる。特に、2個以上の共振器を用いることにより、フィルタの特性は、群速度分散が零で、かつ負の3次分散を示すようになる。従って、3次分散を補償するための補償器が実現できる。

【0014】以下、この発明の分散補償器の分散特性の基本的性質について述べる。

1) 3次分散は波長の関数であり、どの帯域を使用するかで、実効的な3次分散量が決まる。

2) 共振器数が1のときは、実効3次分散は正（被補償対象のファイバと同符号）であり、共振器数が2以上であると負（ファイバと逆符号）となる。

3) 共振器数が多い方が群遅延量は大きくなるが、同時にリブルも増大する。

4) 3次分散量は、フィルタの帯域幅の3乗に反比例する。

5) フィルタの中心波長で群遅延分散が零になる。

6) 遮断波長近傍で3次分散量が非常に大きくなる（可変分散）。

【0015】尚、群遅延分散（群速度分散）とは、群遅延時間の波長依存性であり、群遅延時間を光の角周波数で微分したものである。

【0016】また、3次分散とは、群遅延分散の波長依存性であり、群遅延分散を光の角周波数で微分したものである。

【0017】以上説明したように、この発明によれば、比較的容易に設計が可能であり、かつ補償量の調整が比較的容易な（3次）分散補償器が実現できる。

【0018】この発明の分散補償器において、好ましくは、第1および第2の誘電体多層膜の各々は、高屈折率材料の層と低屈折率材料の層とが上述の配列方向に沿って交互に積層したものであると良い。

【0019】また、この発明の分散補償器において、好ましくは、高屈折率材料をTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とし、低屈折率材料をSiO<sub>2</sub>とするのが良い。

【0020】また、この発明の分散補償器において、好ましくは、高屈折率材料の層および低屈折率材料の層をそれぞれ4分の1波長層とするのが良い。

【0021】また、この発明の分散補償器において、好ましくは、スペーサ層を2分の1波長層とするのが良い。

【0022】また、この発明の分散補償器において、好ましくは、所定の間隔を、中心透過波長の4分の1の光路長とするのが良い。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の実施の形態につき説明する。尚、図は、この発明が理解できる程度に構成や配置関係が概略的に示されているに過ぎない。また、以下に記載される数値条件や材料などは単なる一例に過ぎない。従って、この発明は、この実

施の形態に何ら限定されることはない。

【0024】図1(A)は、この実施の形態の分散補償器の構成を示す断面図である。この実施の形態の分散補償器は、複数個、この例では3個の共振器型フィルタ10a、10bおよび10cが所定の間隔をもって直線的に配列してなる。これら共振器型フィルタ10a、10b、10cは、ガラス基板18の上に、この順序で積層している。共振器型フィルタ10aと10bとの間、および共振器型フィルタ10bと10cとの間には、それぞれTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層24を介した状態で結合されている。

【0025】また、共振器型フィルタ10a、10b、10cの各々は、実質的に互いに平行に対向する第1の表面12aおよび第2の表面12bを有したスペーサ層12と、第1の表面12aに結合した第1の誘電体多層膜14と、第2の表面12bに結合した第2の誘電体多層膜16とを具えている。

【0026】図1(B)は、共振器型フィルタ10aの構造を示す断面図である。第1の誘電体多層膜14および第2の誘電体多層膜16の各々は、高屈折率材料の層20と低屈折率材料の層22とが配列方向（図中の矢印aで示す方向）に沿って交互に積層したものである。この例では、高屈折率材料を屈折率2.1100のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とし、低屈折率材料を屈折率1.4600のSiO<sub>2</sub>としている。また、高屈折率材料としてはNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用いても良い。

【0027】尚、図1(B)には、高屈折率材料の層20および低屈折率材料の層22の個数が正確に示されていない。一例では、各層を8層程度にするのが好適である。

【0028】また、高屈折率材料の層（以下、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層）20および低屈折率材料の層（以下、SiO<sub>2</sub>層）22をそれぞれ4分の1波長層とする。すなわち、この例では、中心透過波長を1μmとしているため、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層20およびSiO<sub>2</sub>層22の光学的厚さがそれぞれ0.25μmとなるように形成する。

【0029】また、各スペーサ層12を2分の1波長層とする。この例では、スペーサ層12として屈折率が1.4600のSiO<sub>2</sub>層を用いており、このSiO<sub>2</sub>層の光学的厚さが0.5μmとなるように形成する。

【0030】さらに、各共振器型フィルタの間に挿入されたTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層24をそれぞれ4分の1波長層とする。この例では、屈折率が2.1100および光学的厚さが0.5μmのTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層を用いている。この結果、各共振器型フィルタの配列間隔は中心透過波長の4分の1の光路長となる。

【0031】次に、分散補償器の特性の測定結果を示す。この例では、分散測定を位相シフト法により行ったが、干渉法によっても同様の結果が得られる。但し、中心波長が1567.5nmの場合の構成につき、測定を行った。

【0032】図2は、分散補償器の透過特性を示すグラフである。横軸に波長をnm単位で取り、縦軸に強度を任意単位で取って示す。波長は0nmを中心波長とし、そこからのずれを-16nmから16nmの範囲で目盛って示してある。グラフ中、破線aおよびbは、それぞれ上述した構成の分散補償器の特性を示すものであり、実線cは、これら2つの分散補償器を直列に結合した場合の特性を示している。

【0033】図3は、分散補償器の3次分散特性を示すグラフである。横軸に波長をnm単位で取り、縦軸に3次分散量を $p s^3$ 単位で取って示す。波長は0nmを中心波長とし、そこからのずれを-6nmから6nmの範囲で目盛って示してある。グラフ中、破線aおよびbは、それぞれ上述した構成の分散補償器の3次分散特性を示すものであり、実線cは、これら2つの分散補償器を直列に結合した場合の3次分散特性を示している。それ故、中心波長近傍で負となっている。

#### 【0034】

【発明の効果】この発明の分散補償器によれば、誘電体多層膜を具えた共振器型のフィルタを用いる。この誘電体多層膜における多重反射により分散が生じるため、比較的急峻な遮断特性を有したフィルタを構成することができる。また、このフィルタは、透過帯域内では比較的平坦な透過特性を示す。また、このフィルタは比較的大きな群遅延を示すため、大きな補償効果が期待できる。そして、各共振器型フィルタを配列して多重共振器化す

ることにより、補償量を大きくすることができる。従って、共振器型フィルタの個数に応じて補償量を変更することができる。特に、2個以上の共振器を用いることにより、フィルタの特性は、群速度分散が零で、かつ負の3次分散を示すようになる。従って、比較的容易に設計が可能であり、かつ補償量の調整が比較的容易な(3次)分散補償器が実現できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態の分散補償器の構成を示す図である。

【図2】分散補償器の透過特性を示す図である。

【図3】分散補償器の3次分散特性を示す図である。

【図4】従来技術の説明に供する図である。

【図5】フィルタ特性を示す図である。

【図6】1個の共振器型フィルタの透過特性を示す図である。

【図7】3個の共振器型フィルタで構成したフィルタの透過特性を示す図である。

#### 【符号の説明】

10a, 10b, 10c: 共振器型フィルタ

12a: 第1の表面 12b: 第2の表面

12: スペーサ層 14: 第1の誘電体多層膜

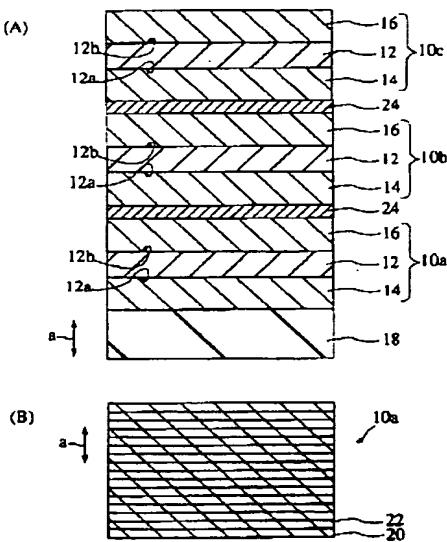
16: 第2の誘電体多層膜

18: ガラス基板 24:  $Ta_2O_5$  層

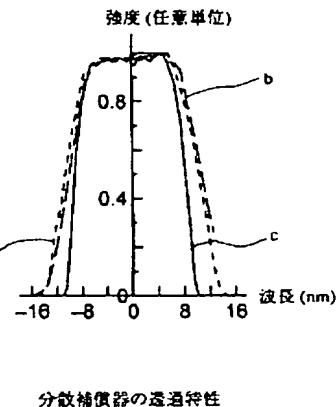
20: 高屈折率材料の層 ( $Ta_2O_5$  層)

22: 低屈折率材料の層 ( $SiO_2$  層)

【図1】

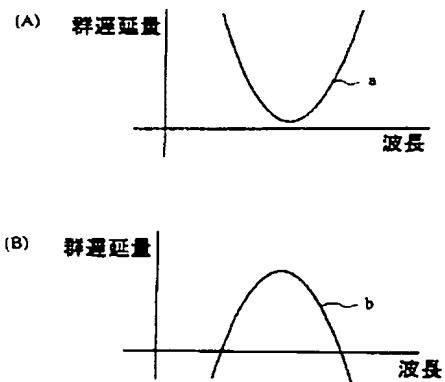


【図2】



分散補償器の透過特性

【図4】

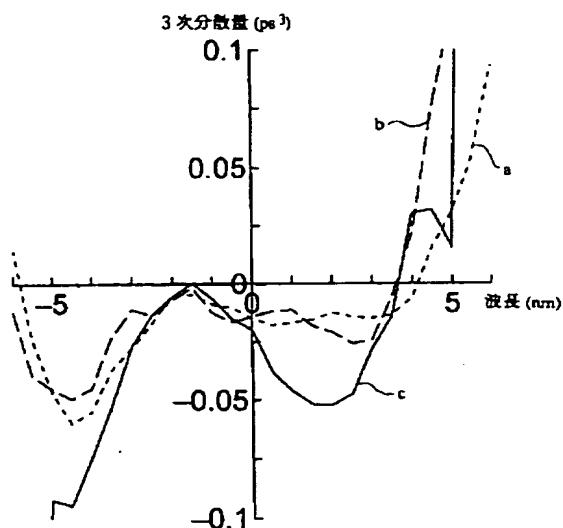


従来技術の説明に供する図

10a, 10b, 10c: 共振器型フィルタ 12: スペーサ層  
12a: 第1の表面 12b: 第2の表面  
14: 第1の誘電体多層膜 16: 第2の誘電体多層膜  
18: ガラス基板 20, 24:  $Ta_2O_5$  層 22:  $SiO_2$  層

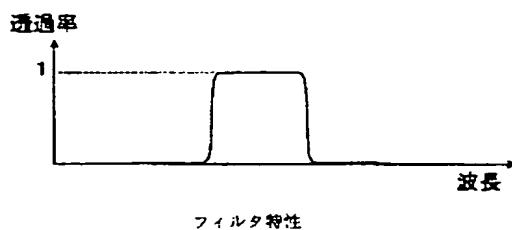
実施の形態の分散補償器の構成

【図3】

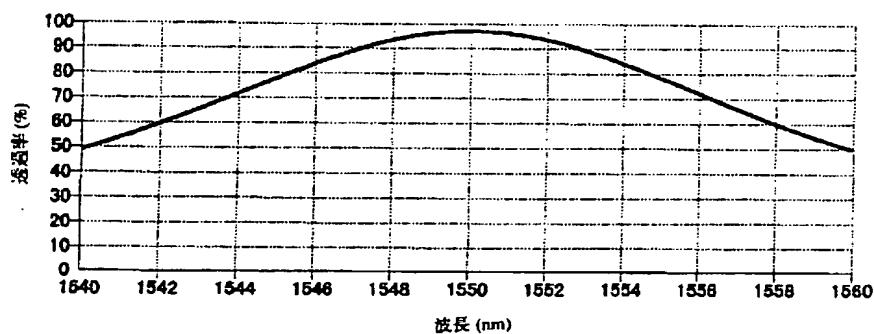


分散検査器の3次分散特性

【図5】

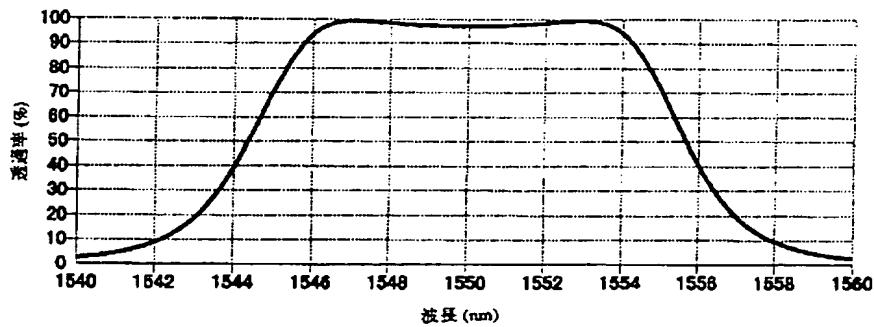


【図6】



1個の共振器型フィルタの透過特性

【図7】



3個の共振器型フィルタで構成したフィルタの透過特性

## フロントページの続き

(72) 発明者 菊池 和朗  
神奈川県横浜市港北区新吉田町1139-1  
フォルム網島クレスタワーズ1304

(72) 発明者 多久島 裕一  
埼玉県川口市芝富士2丁目18番18号 セイ  
ケイハイツ202号

(72) 発明者 マーク ケンネス ジャボコンスキー  
東京都目黒区駒場4丁目6番29号 K518

(72) 発明者 田中 佑一  
東京都杉並区和田1丁目13番23号 株式会  
社応用光電研究室内

(72) 発明者 東 伸  
東京都杉並区和田1丁目13番23号 株式会  
社応用光電研究室内

F ターム(参考) 2H048 GA04 GA13 GA23 GA30 GA34  
GA48 GA52 GA62